

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 6月25日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-185235

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-185235 ]

出 願 人

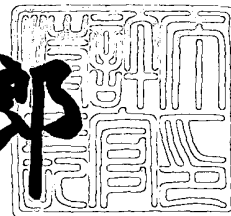
Applicant(s):

株式会社デンソー

2003年 4月22日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3029563

【書類名】 特許願

【整理番号】 P000013192

【提出日】 平成14年 6月25日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 H02K 3/04

【発明の名称】 回転電機のセグメント順次接合ステータコイル

【請求項の数】 4

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

【氏名】 五郎畑 哲也

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

【氏名】 鎌倉 洋一

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

【氏名】 平野 均

【特許出願人】

【識別番号】 000004260

【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代表者】 岡部 弘

【代理人】

【識別番号】 100081776

【弁理士】

【氏名又は名称】 大川 宏

【電話番号】 (052)583-9720

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009438

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】	明細書	1
【物件名】	図面	1
【物件名】	要約書	1
【プルーフの要否】	要	

【書類名】 明細書

【発明の名称】 回転電機のセグメント順次接合ステータコイル

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

径方向へ順番に並んだ偶数個の導体収容位置を有するステータコアのスロットに収容され、順次接続されてM（Mは3以上の整数）相電機子コイルの相コイルの1ターンを構成する多数のセグメントを有し、

前記セグメントは、互いに所定ピッチ離れた一对の前記スロットの互いに異なる導体収容位置に個別に収容される一对のスロット導体部と、前記両スロット導体部から前記ステータコアの一端側へ突出して頭部側コイルエンドを構成する頭部と、前記両スロット導体部から前記ステータコアの他端側へ突出して端部側コイルエンドを構成する一对の飛び出し端部とを有し、

前記頭部は、略U字状の頭部先端部と、前記頭部先端部の両端から周方向かつ軸方向へ斜行して前記一对のスロット導体部に個別に連なる一对の頭部斜行部とからなり、

前記飛び出し端部は、前記一对のスロットから周方向かつ軸方向へ斜行する一对の端部斜行部と、前記端部斜行部の先端に形成されて異なる前記セグメントの前記端部斜行部の先端に接合される端部先端部とからなり、

前記頭部側コイルエンドは、周方向へみた場合に径方向へ順次配置された複数の前記頭部を有し、

前記端部側コイルエンドは、周方向へみた場合に径方向へ順次配置された複数の前記端部を有する、

回転電機のセグメント順次接合ステータコイルにおいて、

径方向に隣接する一对の前記導体収容位置に挿入される前記セグメントである小回りセグメントと、前記一对の導体収容位置の両側に個別に隣接する一对の前記導体収容位置に挿入される前記セグメントである大回りセグメントとを含み、

前記大回りセグメントの前記端部先端部は、この大回りセグメントの前記端部先端部に径方向に隣接する前記小回りセグメントの前記端部先端部に接合され、

前記大回りセグメント又は前記小回りセグメントの前記端部斜行部は、径方向

に隣接する前記大回りセグメントの前記端部斜行部と前記小回りセグメントの前記端部斜行部との交差部位にて前記大回りセグメントと前記小回りセグメントとの間の径方向隙間を拡大する向きに曲げられた曲部を有することを特徴とする回転電機のセグメント順次接合ステータコイル。

【請求項 2】

請求項 1 記載の回転電機のセグメント順次接合ステータコイルにおいて、

前記大回りセグメントおよび前記小回りセグメントからなるセグメントセットを径方向に複数有し、

径方向に隣接する一対の前記セグメントセットの間の隙間及び径方向に隣接する一対の前記小回りセグメントの間の隙間は、前記ステータコアの端面近傍よりも前記端部先端部において広くされていることを特徴とする回転電機のセグメント順次接合ステータコイル。

【請求項 3】

請求項 2 記載の回転電機のセグメント順次接合ステータコイルにおいて、

径方向に隣接する一対の前記導体収容位置に個別に収容される一対の前記スロット導体部に連なる小回り頭部を有する前記セグメントである小回りセグメントと、前記小回り頭部を径方向へ囲む大回り頭部を有する前記セグメントである大回りセグメントとにより構成されるセグメントセットを、径方向へ多数セット有し、

径方向方向等しい位置を有して周方向に配列される多数の前記セグメントセットは、所定の相電圧が印加される部分相コイルを形成し、

前記相コイルは、それぞれ径方向に異なる位置をもつ多数の前記部分相コイルを、径方向に隣接する前記部分相コイル同士の順次接続により直列接続して構成されることを特徴とする回転電機のセグメント順次接合ステータコイル。

【請求項 4】

請求項 3 記載の回転電機のセグメント順次接合ステータコイルにおいて、

同じ相電圧が印加されるスロット導体部をそれぞれ収容するとともに互いに周方向に連続して隣接する多数の前記スロットにより構成される同相スロット群を有し、

共通の前記スロットに収容されてそれぞれ径方向に異なる位置をもつ多数の前記部分相コイルを径方向に隣接する前記部分相コイル同士の順次接続により直列接続してそれぞれ構成され、同相スロット群の互いに異なるスロットに収容される多数の前記直列相コイル回路を有し、

前記相コイルは、前記多数の直列相コイル回路を並列接続して構成されることを特徴とする回転電機のセグメント順次接合ステータコイル。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、回転電機のセグメント順次接合型ステータコイルおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、ステータコアのスロットに挿通された多数のセグメント導体を順次接合して形成されたセグメント順次接合型ステータコイルが提案されている。たとえば、特許第3118837号は、略U字形状を有する導体片であるセグメントを順次接合して形成されたセグメント順次接合型コイルの製造について開示している。

【0003】

更に説明すると、このセグメント順次接合型ステータコイルは、セグメントの一对の脚部を回転子の略磁極ピッチだけ互いに離れた一对のスロットに個別に挿通して飛び出した両端部を周方向へ曲げ、各セグメントの両脚部の先端を順次接合して形成されている。

【0004】

つまり、このセグメントは、略U字状（より正確には略V字状）の頭部（曲がり部又はターン部とも呼ばれる）と、この頭部の両端からコアの互いに異なる二つのスロットにコアの軸方向一侧から個別に挿入された一对のスロット導体部と、両スロット導体部の先端からコアの軸方向他側へ飛び出して周方向へ延在する一对の飛び出し端部とをそれぞれ有し、各飛び出し端部の先端部は、一对づつ接

合されている。なお、この明細書では、スロット導体部と飛び出し端部とをまとめてセグメントの脚部と呼称する場合もあるものとする。したがって、各セグメントの頭部はステータコイルの頭部側コイルエンド)を構成し、各セグメントの飛び出し端部はステータコイルの端部側コイルエンドを構成する。

## 【 0 0 0 5 】

また、特許第 3 1 1 8 8 3 7 号は、小回りセグメントと、この小回りセグメントを囲む大回りセグメントとにより構成されたセグメントセットの合計 4 本の脚部を互いに同軸配置された 2 つのリングに個別に保持し、これらリングを相対回動させて、各セグメントの一对の脚部を周方向へ展開して頭部斜行部を形成することを開示している。

## 【 0 0 0 6 】

また、特開 2 0 0 0 - 1 3 9 0 4 9 は、ステータコアのスロットにそれぞれ収容された小回りセグメントと、この小回りセグメントを囲む大回りセグメントとにより構成されたセグメントセットの合計 4 本の脚部を互いに同軸配置された 4 つのリングに個別に保持し、これらリングを相対回動させて、各セグメントの一对の脚部を周方向へ展開して端部斜行部を形成することを開示している。

## 【 0 0 0 7 】

更に、特許第 3 1 0 4 7 0 号は、径方向に隣接する端部先端部のペアを溶接すること、周方向に隣接する 2 つの端部先端部の間に拘束部材を介在させて端部先端部のペアの姿勢を確保することを開示している。

## 【 0 0 0 8 】

特開 2 0 0 0 - 1 6 6 1 4 8 号公報は、端部側コイルエンドの端部先端部近傍において大回りセグメントの端部斜行部と小回りセグメントの端部斜行部との互いに対面する側面に凹部を設けることにより、径方向に隣接する他の端部斜行部との交差部分におけるこの端部斜行部の径方向厚さを低減することを開示している(図 1 3 参照)。

## 【 0 0 0 9 】

上記公報などに開示されているこのセグメント順次接合型ステータコイルの製造方法例について、以下に説明する。

## 【 0 0 1 0 】

まず、必要本数の松葉状セグメントを準備する。次に、松葉状セグメントをU字状セグメントに加工してセグメントの一对のスロット導体部を周方向へ互いに略磁極ピッチ離れさせるとともに必要数のセグメントをコアの各スロットに同時挿通できるようにそれらを空間配置（周方向へ整列）させる工程が行われる。この工程は、たとえば上記特許 3 1 1 8 8 3 7 号の第 3 図に示される同軸の複数の穴付きのリングを用い、これら穴付きのリングの周方向同位置の各穴に松葉状セグメントの両脚部を個別に挿入し、各リングを略磁極ピッチ相対回転して、この松葉状セグメントを頭部が周方向へU字状（V字状と考えても良い）に開いたU字状セグメントに加工することにより行われる。この工程は、通常、小回りセグメントと大回りセグメントとからなるセグメントセットに対して実施される。

## 【 0 0 1 1 】

次に、U字状に形成され、周方向に整列された各セグメントをコアの各スロットに挿入される工程が行われる。この工程は、U字状に変形され、周方向に整列された各セグメントの頭部を保持しつつ脚部を上記一对の穴付きリングから抜き出し、コアの各スロットに挿入することにより行なわれる。

## 【 0 0 1 2 】

次に、スロットから飛び出した各飛び出し端部を周方向へ屈曲する工程が行われる。好適には、各飛び出し端部は半磁極ピッチだけ周方向へ屈曲される。このような周方向屈曲は、たとえば上記特許 3 1 9 6 7 3 8 号の第 4 図、第 5 図に示される同軸の複数の穴付きリングを用い、各穴付きリングの各穴に各飛び出し端部の先端を挿入し、各穴付きリングをそれぞれ周方向へ半磁極ピッチ（電気角  $\pi/2$ ）回動して、各飛び出し端部をそれぞれ周方向へ半磁極ピッチ屈曲させればよい。なお、各穴付きリングを回動させる際、各穴付きリングを飛び出し端部に向けて軸方向に付勢しながら行くと、屈曲点の曲率半径を大きくできるので好適である。次に、各飛び出し端部の先端部を所定の順序で溶接する工程が行われる。

## 【 0 0 1 3 】

これにより各相のコイルを意味する相コイルがエンドレスに形成されるので、



適切な部位でU字状セグメントのU字状の頭部を切断することにより、頭部側にて各相コイルの引き出し端子を形成することができる。これら引き出し端子をあらかじめ長く形成しておけば、この長く形成した部分を周方向へ屈曲することにより、中性点用の渡り線などとして用いることができる。なお、これらの引き出し端子を頭部側コイルエンドに設けるのは、端部側コイルエンドでは、溶接工程があるため、長い引き出し端子が邪魔になるからである。

## 【 0 0 1 4 】

上記説明したセグメント順次接合ステータコイルは、従来、車両用交流発電機のステータコイルとして用いられていた。

## 【 0 0 1 5 】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記公報などにより開示されているセグメント順次接合型ステータコイルでは、次の問題があった。

## 【 0 0 1 6 】

すなわち、特開 2 0 0 0 - 1 6 6 1 4 8 号公報に開示される凹部付き端部斜行部（図 1 3 参照）は、プレス成形にて上記凹部の径方向厚さを低減するが、このプレス成形により導体断面積減少によるコイル抵抗増大を回避し、かつ、周方向幅の増大による周方向に隣接する端部斜行部との干渉を防ぐために、端部斜行部をこの凹部がない部分にて角部を相当に面取りした形状とし、凹部がある部分にて上記プレス成形により角部がほとんど面取りされていない形状とするように断面角形化している。

## 【 0 0 1 7 】

しかしながら、このような断面角形率（面取り率の逆数）の増大により上記凹部によって端部斜行部の径方向厚さ減少による断面積減少を補償するためには、元の断面角形率を小さくし、プレス成形後の断面角形率をほとんど面取りがない程度にまで増大する必要があり、その結果として絶縁皮膜に掛かるストレスが非常に大きくなる。

## 【 0 0 1 8 】

また、スロットに挿入されるスロット導体部の断面角形率（実際の断面積／等

しい幅、高さの長方形の断面積)が低下してスロット占積率の低下を招いてしまうという問題もあった。更に、元のセグメントの断面角形率が大きい場合には実施が困難であった。

【 0 0 1 9 】

特に、このような断面角形率の変更による端部斜行部の径方向厚さの片面側からの減少をプレス成形により実施するには、端部斜行部を周方向に挟圧して端部斜行部が周方向や軸方向に伸びるのを防止する必要があるが、このような強い挟圧は絶縁皮膜を損傷しやすい。

【 0 0 2 0 】

本発明は上記問題点に鑑みなされたものであり、絶縁皮膜に掛かるストレスの増大によるセグメントの電気絶縁性を抑止しつつ、端部斜行部間の電気絶縁性を確保することをその目的としている。

【 0 0 2 1 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 記載の本発明は、径方向へ順番に並んだ偶数個の導体收容位置を有するステータコアのスロットに收容され、順次接続されて M (M は 3 以上の整数)相電機子コイルの相コイルの 1 ターンを構成する多数のセグメントを有し、前記セグメントは、互いに所定ピッチ離れた一対の前記スロットの互いに異なる導体收容位置に個別に收容される一対のスロット導体部と、前記両スロット導体部から前記ステータコアの一端側へ突出して頭部側コイルエンドを構成する頭部と、前記両スロット導体部から前記ステータコアの他端側へ突出して端部側コイルエンドを構成する一対の飛び出し端部とを有し、前記頭部は、略 U 字状の頭部先端部と、前記頭部先端部の両端から周方向かつ軸方向へ斜行して前記一対のスロット導体部に個別に連なる一対の頭部斜行部とからなり、前記飛び出し端部は、前記一対のスロットから周方向かつ軸方向へ斜行する一対の端部斜行部と、前記端部斜行部の先端に形成されて異なる前記セグメントの前記端部斜行部の先端に接合される端部先端部とからなり、前記頭部側コイルエンドは、周方向へみた場合に径方向へ順次配置された複数の前記頭部を有し、前記端部側コイルエンドは、周方向へみた場合に径方向へ順次配置された複数の前記端部を有する回転電機の

セグメント順次接合ステータコイルにおいて、

径方向に隣接する一対の前記導体収容位置に挿入される前記セグメントである小回りセグメントと、前記一対の導体収容位置の両側に個別に隣接する一対の前記導体収容位置に挿入される前記セグメントである大回りセグメントとを含み、前記大回りセグメントの前記端部先端部は、この大回りセグメントの前記端部先端部に径方向に隣接する前記小回りセグメントの前記端部先端部に接合され、前記大回りセグメント又は前記小回りセグメントの前記端部斜行部は、径方向に隣接する前記大回りセグメントの前記端部斜行部と前記小回りセグメントの前記端部斜行部との交差部位にて前記大回りセグメントと前記小回りセグメントとの間の径方向隙間を拡大する向きに曲げられた曲部を有することを特徴としている。

#### 【 0 0 2 2 】

すなわち、この発明によれば、上記断面角形率の増大により端部斜行部の一側面に凹部を形成する代わりに、大回りセグメント又は小回りセグメントの端部先端部近傍の端部斜行部を径方向に曲げて同様の凹部を形成する。本発明の凹部形成方法によれば、上記従来の断面角形率の増大法と同じく、セグメント断面積を確保できるとともに、端部先端部のペアを溶接により大回りセグメントの端部斜行部の絶縁皮膜が軟化したり変形したりしても、この絶縁皮膜が、この大回りセグメントの端部斜行部と交差する他の小回りセグメントの端部斜行部の絶縁皮膜と接触するのを防止できるので、これら交差する両端部斜行部間の電気絶縁性の低下を良好に防止することができる。

#### 【 0 0 2 3 】

更に、本発明の凹部形成方法によれば、上記従来の断面角形率の増大法のように、端部斜行部を周方向に挟圧しつつ径方向に変形させるという困難な成形技術が必要とせず、その上、端部斜行部の断面角部にて絶縁皮膜の強いストレスが生じるという問題を回避できるため、絶縁皮膜の劣化による電気絶縁性の低下を格段に抑止することができ、車両走行モータのごとき高電圧用モータへの採用において特に好適となる。

#### 【 0 0 2 4 】

請求項 2 記載の構成は請求項 1 記載の構成において更に、前記大回りセグメン

トおよび前記小回りセグメントからなるセグメントセットを径方向に複数有し、径方向に隣接する一対の前記セグメントセットの間の隙間及び径方向に隣接する一対の前記小回りセグメントの間の隙間は、前記ステータコアの端面近傍よりも前記端部先端部において広くされていることを特徴としている。

## 【 0 0 2 5 】

請求項 1 記載の構成の問題点は、上記曲げにより曲部が径方向反対側へ突出し、その結果、隣りのセグメントセットの大回りセグメントの曲部などと接触するのを回避するために、セグメントセット間に径方向隙間を確保しなければならないことである。このようなセグメントセット間の径方向隙間の確保は、スロット占積率の低下を招く。

## 【 0 0 2 6 】

そこで、この構成では、端部斜行部をたとえばスロット端面から径方向へ斜めに又は湾曲又は屈曲して延在させることにより、端部先端部近傍における曲部の径方向への突出を可能としているので、スロット占積率が低下し、ステータコアが大型するのを防止することができる。

## 【 0 0 2 7 】

好適な製造方法において、ステータコアのスロットに挿入されたセグメントセットの角端部斜行部を全周にわたって径方向外側に一斉に倒すことにより一挙に端部斜行部を径方向外側へ傾斜させることにより、径方向に隣接する 2 つのセグメントセット間の端部先端部間の径方向隙間をステータコア近傍のそれに比較して簡単に増加することができる。もちろん、端部斜行部の径方向外側への倒し角自体は、セグメントセットの径方向位置により当然変更するべきであり、径方向外側の端部斜行部ほど大きな倒し角度が与えられるべきである。

## 【 0 0 2 8 】

請求項 3 記載の構成は請求項 2 記載の構成において更に、径方向に隣接する一対の前記導体収容位置に個別に収容される一対の前記スロット導体部に連なる小回り頭部を有する前記セグメントである小回りセグメントと、前記小回り頭部を径方向へ囲む大回り頭部を有する前記セグメントである大回りセグメントとにより構成されるセグメントセットを、径方向へ多数セット有し、径方向方向等しい

位置を有して周方向に配列される多数の前記セグメントセットは、所定の相電圧が印加される部分相コイルを形成し、前記相コイルは、径方向に異なる前記セグメントセットにより別々に形成された多数の前記部分相コイルを、径方向に隣接する前記部分相コイル同士の順次接続により直列接続して構成されることを特徴としている。

## 【 0 0 2 9 】

従来、セグメント順次接合ステータコイルを用いる回転電機の用途としては車両用交流発電機が考えられていたが、更に大出力の車両の走行モータとして採用することが期待される。走行モータは配線、ステータコイルの抵抗損失低減のために従来より格段に高いバッテリー電圧（数百V）により給電される必要がある。しかし、両者の回転数にほとんど相違がないため、走行モータ用のセグメント順次接合ステータコイルは車両交流発電機用のセグメント順次接合ステータコイルに比較して格段の多ターン化が要求されることになる。

## 【 0 0 3 0 】

ターン数の増大には、図 1 4 に示すようにセグメント 3 3（a～e）を多重相互囲み配置すること（図 1 4 では 5 重）によりスロット S 内の径方向導体数を増加することが考えられるが、この多重相互囲みセグメント方式によれば、囲み数に等しい種類のセグメントが必要となること、外側のセグメント 3 3 e の頭部の配線距離が長くなるために配線抵抗が増大してしまうという問題があった。

## 【 0 0 3 1 】

特に、この U 字状のセグメントの頭部先端部 H の径方向幅は製造上の理由によりその脚部 L 対の径方向幅よりも大きくなるため、図 1 4 では省略したが、実際には図 1 4 によれば頭部側コイルエンド 3 1 1 の径方向幅 W が相当に大きくなり、頭部側コイルエンド 3 1 1 の軸方向長も増大して、モータ軸長が増大し、その体格重量も増大してしまうという問題もあった。

## 【 0 0 3 2 】

更に、上記したようにセグメントの頭部の径方向幅がその脚部対の径方向幅よりも大きくなるために、展開時の擦れ合いを防止するために径方向に隣接する異なるセグメントの脚部 H、H 間に隙間 d を確保しなければならず、その分だけスロ

ット占積率が低下してしまうという問題があった。

【 0 0 3 3 】

また更に、上記多重の囲みにより内部のセグメント 3 3 a は放熱が悪くなるという問題もあった。

【 0 0 3 4 】

このような問題に対し、この構成では、図 3 に示すように、スロット内の径方向へ連続する 4 つの導体収容位置を占めるセグメントセットを径方向に積み重ね、周方向に配列される所定のセグメントセットを直列接続して部分相コイルを構成し、それぞれ異なる径方向位置のセグメントセットにより構成されて互いに径方向に隣接する各部分相コイルを径方向に順次接続して相コイルを形成する構成を採用した。

【 0 0 3 5 】

この構成によれば、径方向に隣接する各部分相コイルの接続を異形の U 字状のセグメントを用いることにより簡単に実施することができ、その上、径方向に異なるセグメントセット（部分相コイル）間の温度や配線長さのばらつきにより電流分布が局部的に集中して局部的に過熱が生じることもなく、容易に多ターン化を実現することができる。

【 0 0 3 6 】

請求項 4 記載の構成は請求項 3 記載の構成において更に、同じ相電圧が印加されるスロット導体部をそれぞれ収容するとともに互いに周方向に連続して隣接する多数の前記スロットにより構成される同相スロット群を有し、共通の前記スロットに収容されてそれぞれ径方向に異なる位置をもつ多数の前記部分相コイルを径方向に隣接する前記部分相コイル同士の順次接続により直列接続してそれぞれ構成されて同相スロット群の互いに異なるスロットに収容される多数の前記直列相コイル回路を有し、前記相コイルは、前記多数の直列相コイル回路を並列接続して構成されることを特徴としている。

【 0 0 3 7 】

従来、セグメント順次接合ステータコイルを用いる回転電機の用途としては車両用交流発電機が考えられていたが、更に大出力の車両の走行モータとして採用

することが期待される。このような大出力化には、大電流が必要であり、大電流化のためのセグメント断面積の増大には限界があるため、部分相コイルを並列に接続して相コイルの合計断面積を増大する必要があるが、このような並列接続は渡り線の追加などを必要とするためセグメント順次接続により構成することが容易ではなかった。

#### 【 0 0 3 8 】

そこで、この構成では、請求項 3 記載の相コイルを直列相コイル回路とし、この直列相コイル回路を複数設け、各直列相コイル回路を同相スロット群の互いに異なるスロットに収容する構成を採用した。本構成によれば、各直列相コイル回路間の配線抵抗のばらつきをなくすことができ、また、各部分相コイル間の電流ばらつきを良好に低減することができる。特に、径方向異なる位置の部分相コイル間の抵抗ばらつきがあったとしても、上記各直列相コイル回路間の抵抗ばらつきが生じないという利点は重要な利点である。

#### 【 0 0 3 9 】

したがって、この構成よれば、多種類のセグメントを用いたり、コイルエンドにて複雑な特別の渡り線を追加したりすることなく、コイルの多ターン化を実現することができ、高電圧を必要とする自動車用走行モータのステータコイルを実現することができる。

#### 【 0 0 4 0 】

##### 【発明の実施の形態】

以下、この発明のセグメント順次接合型ステータコイルを有する高電圧車両用回転電機の例を図に示す各実施形態に基づいて説明する。図 1 は車両の走行動力発生用の走行モータとして使用されるこの回転電機の軸方向断面図である。ただし、ステータコイルのコイルエンド部分は模式図示されている。図 2 はステータコイルの一部をなすセグメントの斜視図、図 3 はスロット内におけるセグメントの収容状態を示す部分断面図である。

##### （全体構成の説明）

図 1 において、走行モータは、ステータコア 1、ロータ 2、ステータコイル 3、ハウジング 4、回転軸 7 を有している。ステータコア 1 は、ハウジング 4 の周

壁内周面に固定され、ステータコイル 3 はステータコア 1 の各スロットに巻装されている。ロータ 2 は、ハウジング 4 に回転自在に支持された回転軸 7 に固定された IPM 型ロータであり、ステータコア 1 の径内側に配置されている。ステータコイル 3 は三相電機子巻線であって、外部の約 3 0 0 V のバッテリーから給電される三相インバータから給電されている。

## 【 0 0 4 1 】

この走行モータは、二次電池車又は燃料電池車又はハイブリッド車の走行動力を発生する永久磁石型三相ブラシレス DC モータ（同期モータ）であるが、ロータ構造としては、公知の種々の形式に置換可能である。このような種々の形式の同期機自体は周知であるので説明を省略する。

## （ステータコイル 3 の説明）

ステータコイル 3 は、図 2 に示す所定数のセグメント（本発明で言うセグメントセット） 3 3 をステータコア 1 の一側からステータコア 1 の各スロットに挿通し、スロットから各セグメント 3 3 の飛び出し端部をステータコア 1 の他側に必要長さだけ突出させ、各セグメント 3 3 の飛び出し端部を周方向に略電気角  $\pi/2$  だけそれぞれ捻り、各セグメント 3 3 の飛び出し端部の先端部（接合部）を所定の組み合わせで溶接して構成されている。セグメント 3 3 は、溶接部分すなわち上記飛び出し端部の先端部（端部先端部ともいう）を除いて樹脂皮膜で被覆された長板 U 字形状を有している。この種のセグメント順次接合型のステータコイル自体は、上述したようにもはや公知となっている。

## 【 0 0 4 2 】

セグメント（セグメントセット） 3 3 の詳細を更に詳しく説明する。

## 【 0 0 4 3 】

一つのセグメント（セグメントセット） 3 3 は、略 V 字状の頭部と、この頭部の両端から直線的に伸びてスロットに収容されている一対のスロット導体部と、両スロット導体部の先端からそれぞれ伸びる一対の飛び出し端部とをそれぞれ有する一つの大セグメント 3 3 1 と一つの小セグメント 3 3 2 とからなる。これにより、ステータコイル 3 は、ステータコア 1 の一側に全体としてリング状に存在する第一のコイルエンド部（頭部側コイルエンド） 3 1 1 と、ステータコア 1 の



他側に全体としてリング状に存在する第二のコイルエンド（端部側コイルエンド）部 3 1 2 と、スロット内に存在するスロット導体部とに区分される。

【 0 0 4 4 】

つまり、図 1 において、頭部側コイルエンド 3 1 1 は各セグメント 3 3 の上記頭部により構成され、端部側コイルエンド 3 1 2 は各セグメント 3 3 の上記飛び出し端部により構成されている。

【 0 0 4 5 】

図 1 において、4 セットのセグメントセット 3 3 が径方向へ順番に挿通されている。3 3 0 1 は最も径方向内側のセグメントセット群 S1 の一つのセグメント 3 3 の頭部、3 3 0 2 は径方向内側から数えて 2 番目のセグメントセット群 S2 の一つのセグメント 3 3 の頭部、3 3 0 3 は径方向内側から数えて 3 番目のセグメントセット群 S3 の一つのセグメント 3 3 の頭部、3 3 0 2 は最も径方向外側のセグメントセット群 S3 の一つのセグメント 3 3 の頭部であり、径方向へ順番に 4 個並んだ頭部は、前述した頭部側コイルエンド 3 1 1 を構成している。ただし、図 1 では、図示簡単化のために端部側コイルエンド 3 1 2 は 2 つのセグメントセット群の径方向へ並んだ合計 8 本（4 対）の飛び出し端部しか図示していない。

（セグメント 3 3 の説明）

セグメント（セグメントセット） 3 3 を図 2 を参照して説明する。

【 0 0 4 6 】

セグメント（セグメントセット） 3 3 は、大きい大セグメント（大回りセグメントともいう） 3 3 1 と、小さい小セグメント（小回りセグメントともいう） 3 3 2 とを有している。この大セグメント 3 3 1 とこの大セグメント 3 3 1 が囲む小セグメント 3 3 2 とをセグメントセットと称する。

【 0 0 4 7 】

大セグメント 3 3 1 において、3 3 1 a、3 3 1 b はスロット導体部、3 3 1 c は頭部、3 3 1 f、3 3 1 g は飛び出し端部である。飛び出し端部 3 3 1 f、3 3 1 g の先端部 3 3 1 d、3 3 1 e は接合部分であるので端部先端部又は接合部とも称する。スロット導体部 3 3 1 a を最内層のスロット導体部と称し、スロット導体部 3 3 1 b を最外層のスロット導体部と称する。

## 【 0 0 4 8 】

小セグメント 3 3 2 において、3 3 2 a、3 3 2 b はスロット導体部、3 3 2 c は頭部、3 3 2 f、3 3 2 g は飛び出し端部である。飛び出し端部 3 3 2 f、3 3 2 g の先端部 3 3 2 d、3 3 2 e は接合部分であるので端部先端部又は接合部とも称する。スロット導体部 3 3 2 a を中内層のスロット導体部と称し、スロット導体部 3 3 2 b を中外層のスロット導体部と称する。

## 【 0 0 4 9 】

符号' は、図示しない大セグメント又は小セグメントの符号' がない部分と同じ部分を示す。したがって、図 2 では、互いに径方向に隣接する接合部 3 3 1 d と接合部 3 3 2 d' とが溶接され、互いに径方向に隣接する接合部 3 3 2 d と接合部 3 3 1 d' とが溶接され、互いに径方向に隣接する接合部 3 3 2 e と接合部 3 3 1 e' とが溶接されている。

## 【 0 0 5 0 】

図 2 では、最内層のスロット導体部 3 3 1 a と中内層のスロット導体部 3 3 2 a が、ロータコア 7 1 の所定のスロットに收容される場合、同一のセグメント 3 3 1、3 3 2 の最外層のスロット導体部 3 3 1 b と中外層のスロット導体部 3 3 2 b はこの所定のスロットから略所定奇数磁極ピッチ T (たとえば 1 磁極ピッチ (電気角度  $\pi$ )) 離れたスロットに收容される。小セグメント 3 3 2 の頭部 3 3 2 c は大セグメント 3 3 1 の頭部 3 3 1 c に囲まれるようにして配置されている。

(スロット内のセグメントセット配置)

スロットのセグメントセットの配置状態を図 3 に示す。

## 【 0 0 5 1 】

3 5 はスロットである。スロット 3 5 には径方向へ 1 6 個の導体收容位置 P 1 ~ P 1 6 が設定され、各導体收容位置 P 1 ~ P 1 6 にはそれぞれ 1 個のスロット導体部が收容されている。各スロット 3 5 は、4 セットのセグメントセット群 S 1 ~ S 4 が径方向へ順番に收容し、導体收容位置 P 1 ~ P 4 はセグメントセット群 S 1 を、導体收容位置 P 4 ~ P 8 はセグメントセット群 S 2 を、導体收容位置 P 9 ~ P 1 2 はセグメントセット群 S 3 を、導体收容位置 P 1 3 ~ P 1 6 はセグメントセッ

ト群S4を収容している。各セグメントセット群S1～S4はそれぞれ周方向へ配列された多数のセグメント33からなる。

#### 【0052】

この最も内側のセグメントセット群S1を一例として詳しく説明すると、最内層のスロット導体部331aはステータコア32のスロット35の径方向最内側に配置され、以下、径方向外側へ順に、中内層のスロット導体部332a、中外層のスロット導体部332b'、最外層のスロット導体部331b'の順に配置され、結局、各スロット35は4本のスロット導体部を4層1列に収容する。図3において、スロット導体部332b'、332b'は、スロット導体部332a、331aをもつ大セグメント331、小セグメント332とは異なる大セグメント331、小セグメント332に属している。他のセグメントセットS2～S4も上記と同様の配置、構成を持つことは言うまでもない。大セグメント331と小セグメント332とからなるセグメント（セグメントセット）33をスロット35に挿通する状態を図4に示す。

#### （三相ステータコイルの構成の説明）

径方向に4セット配列されたセグメントセット群S1～S4による三相ステータコイルの接続を図9を参照して以下に説明する。図9はU相の相コイルを示す。

#### 【0053】

1磁極ピッチ当たり9スロット（同相3スロット、3相）、極数12、スロット数108とされる。隣接3スロットは、同相の相電圧が印加される同相スロット群を構成している。1スロットには上記したように16個の導体収容位置P1～P16が径方向に形成され、各導体収容位置には1つのスロット導体部が収容される。

#### 【0054】

各スロットの径方向最内側から数えて1～4番目の4つの導体収容位置P1～P4に収容されるセグメントセット群S1は、波巻きなどにより接続されて第1の部分相コイルを各相当たり3個形成する。図9に示すU11、U21、U31はこの第1の部分相コイルである。部分相コイルU11、U12、U13は、隣接する同相スロット群を構成する3つスロットのうち互いに異なるスロットに収

容される。

【 0 0 5 5 】

各スロットの径方向最内側から数えて 5 ～ 8 番目の 4 つの導体収容位置 P 5 ～ P 8 に収容されるセグメントセット群 S2 は、波巻きなどにより接続されて第 2 の部分相コイルを各相当たり 3 個形成する。図 9 に示す U 1 2、U 2 2、U 3 2 はこの第 2 の部分相コイルである。部分相コイル U 1 2、U 2 2、U 3 2 は、隣接する同相スロット群を構成する 3 つスロットのうち互いに異なるスロットに収容される。

【 0 0 5 6 】

各スロットの径方向最内側から数えて 9 ～ 1 2 番目の 4 つの導体収容位置 P 9 ～ P 1 2 に収容されるセグメントセット群 S3 は、波巻きなどにより接続されて第 3 の部分相コイルを各相当たり 3 個形成する。図 9 に示す U 1 3、U 2 3、U 3 3 はこの第 3 の部分相コイルである。部分相コイル U 1 3、U 2 3、U 3 3 は、隣接する同相スロット群を構成する 3 つスロットのうち互いに異なるスロットに収容される。

【 0 0 5 7 】

各スロットの径方向最内側から数えて 1 3 ～ 1 6 番目の 4 つの導体収容位置 P 1 3 ～ P 1 6 に収容されるセグメントセット群 S4 は、波巻きなどにより接続されて第 4 部分相コイルを各相当たり 3 個形成する。図 9 に示す U 1 4、U 2 4、U 3 4 はこの第 3 の部分相コイルである。部分相コイル U 1 4、U 2 4、U 3 4 は、隣接する同相スロット群を構成する 3 つスロットのうち互いに異なるスロットに収容される。

【 0 0 5 8 】

また、部分相コイル U 1 1、U 1 2、U 1 3、U 1 4 は、同相スロット群をなす隣接 3 スロットのうちの周方向一方側から数えて最初のスロットに収容され、部分相コイル U 2 1、U 2 2、U 2 3、U 2 4 は、同相スロット群をなす隣接 3 スロットのうちの周方向一方側から数えて中央のスロットに収容され、部分相コイル U 3 1、U 3 2、U 3 3、U 3 4 は、同相スロット群をなす隣接 3 スロットのうちの周方向一方側から数えて最後のスロットに収容される。

## 【 0 0 5 9 】

部分相コイルU 1 1、U 1 2、U 1 3、U 1 4 は、隣接する部分相コイル同士が順番に接続されて直列相コイル回路U 1 を形成し、部分相コイルU 2 1、U 2 2、U 2 3、U 2 4 は、隣接する部分相コイル同士が順番に接続されて直列相コイル回路U 2 を形成し、部分相コイルU 3 1、U 3 2、U 3 3、U 3 4 は、隣接する部分相コイル同士が順番に接続されて直列相コイル回路U 3 を形成する。これらの径方向に隣接する部分相コイル同士の接続は、従来より公知であるように径方向に隣接する2つの部分相コイルの空きの導体収容位置の一つ同士に異形のU字状セグメントを挿入して接続される。

## 【 0 0 6 0 】

たとえば、部分相コイルU 1 2 は、通常のセグメント（好ましくは大回りセグメント）を一つ抜くことによりできた一对の空きの導体収容位置の一つと、同様に部分相コイルU 1 3 に形成された空きの導体収容位置の一つとにこの異形のU字状のセグメントを挿入して、部分相コイルU 1 2、U 1 3 を接続することができる。

## 【 0 0 6 1 】

また、部分相コイルU 1 2 の残りの一つの空きの導体収容位置と、同様に部分相コイルU 1 1 に形成された空きの導体収容位置の一つとにこの異形のU字状のセグメントを挿入して、部分相コイルU 1 2、U 1 3 を接続することができる。

## 【 0 0 6 2 】

部分相コイルU 1 1 の残る一つの空きの導体収容位置には中性点用（引き出し端子用でも良い）の異形セグメントが挿入され、同様に、部分相コイルU 1 4 の残る一つの空きの導体収容位置には引き出し端子用（中性点用でも良い）の異形セグメントが挿入される。

## 【 0 0 6 3 】

直列相コイル回路U 1、U 2、U 3 は、両端同士が接続されて並列接続され、U相の相コイルを形成する。

## 【 0 0 6 4 】

以下、通常のセグメント順次接合ステータコイルの標準製造プロセスをまず最

初に説明し、その後、この実施例特有の製造工程を説明する。

（標準の頭部捻り工程）

まず、必要本数の小セグメント 3 3 2 と大セグメント 3 3 1 との展開前の形状をもつ 2 種類の松葉状セグメントを準備する。これらの松葉状セグメントの両脚部は、互いに略隣接して直線状に延在しており、その頭部は鋭く屈曲している。次に、松葉状セグメントを U 字状セグメントに加工してセグメントの一对のスロット導体部を周方向へ互いに略磁極ピッチ離れさせるとともに必要数のセグメントをステータコアの各スロットに同時挿通できるようにそれらを空間配置（周方向へ整列）させる工程が次のように行われる。

【 0 0 6 5 】

この頭部捻り工程を図 5、図 6 を参照して以下に説明する。

【 0 0 6 6 】

この頭部捻り工程におけるセグメント挿入前の状態を図 5 に示す。図 5 において、1 0 は頭部捻り装置、1 1 は小リング、1 2 は大リングであり、両者は相対回転可能に同軸配置されている。大リング 1 1 にはそれぞれ径方向へ並んだ一对の孔 1 2 1、1 2 2 が周方向所定ピッチで設けられ、小リング 1 2 には孔 1 2 1、1 2 2 と周方向等ピッチで径方向へ並んだ一对の孔 1 1 1、1 1 2 が設けられている。孔 1 1 1 ～ 1 1 4 は径方向へ一列に並んでいる。大回りセグメント（大セグメント）3 3 1 の両スロット導体部を、最も内側の孔 1 1 1 と最も外側の孔 1 2 2 に挿入し、小回りセグメント（小セグメント）3 3 2 の両スロット導体部は、最も内側の孔 1 1 1 の外側の孔 1 1 2 と、最も外側の孔 1 2 2 の内側の孔 1 2 1 とに挿入する。

【 0 0 6 7 】

図 6 は、すべての大セグメント 3 3 1 とすべての小セグメント 3 3 2 とを小リング 1 1 と大リング 1 2 との孔 1 1 1、1 1 2、1 2 1、1 2 2 に嵌挿した状態を示す。図 6 において、1 6 は小リング 1 1 と大リング 1 2 の軸方向上方に配置された頭部押さえプレートである。頭部押さえプレート 1 6 の下端面には、同一周方向位置の大セグメント 3 3 1 の頭部の頂部と小セグメント 3 3 2 の頭部の頂部とのペアを、周方向両側から挟む一对の爪部（一つのみ図示）1 6 0 を有して

いる。すなわち、各セグメント 3 3 を孔 1 1 1、1 1 2、1 2 1、1 2 2 に挿入した後、押さえプレート 1 6 が降下して、各対の爪部 1 6 0 が、周方向同位置の大セグメント 3 3 1 の頭部の頂部と小セグメント 3 3 2 の頭部の頂部とを周方向両側から挟む。

## 【 0 0 6 8 】

その後、大リング 1 2 及び小リング 1 1 とを、静止するこの頭部押さえプレート 1 6 に対して半磁極ピッチだけ互いに逆方向に回動される。これにより、すべてのセグメント 3 3 の日本の脚部は周方向 1 磁極ピッチだけ周方向に展開される。

## 【 0 0 6 9 】

リング 1 1、1 2 の回動時に、セグメント 3 3 の頭部の頂部はリング 1 1、1 2 の回動とともにリング 1 1、1 2 にむけて軸方向に変位するので、頭部押さえプレート 1 6 はそれに合わせて軸方向に変位させる。1 7 は、大セグメント 3 3 1、小セグメント 3 3 2 が深く落下しないように規制する規制プレートである。規制プレート 1 7 を、径方向外側の 2 つの脚部が載置される外側規制プレートと、径方向内側の 2 つの脚部が載置される内側規制プレートとに分割し、この内側規制プレートをリング 1 1 に固定してリング 1 1 と一体に回動させ、この外側規制プレートをリング 1 2 に固定してリング 1 2 と一体に回動させてもよい。

## 【 0 0 7 0 】

次に、頭部押さえプレート 1 6 により各セグメント 3 3 を保持したまま、小リング 1 1 と大リング 1 2 とを各セグメント 3 3 から離脱させる。

（標準の端部挿入工程）

次に、小回り状の U 字状セグメント 3 3 2 を上記両穴付きリングから抜き出して、図 4 に一部示すようにステータコア 1 のスロット 3 5 の中内層位置及び中外層位置に挿通し、大回り状の U 字状セグメント 3 3 1 を上記両穴付きリングから抜き出して、ステータコア 1 のスロット 3 5 の最内層位置及び最外層位置に挿通する。この時、上記頭部押さえプレート 1 6 で各セグメントがばらけないように保持することにより、各セグメントを一挙に各スロット 3 5 に挿通することができる。その後、この頭部押さえプレート 1 6 は取り外される。

## 【 0 0 7 1 】

なお、上記した小回り状のU字状セグメント 3 3 2、大回り状のU字状セグメント 3 3 1 のステータコアのスロット 3 5 へ挿通するまでの工程は上記に限られるものではなく、上記した他に種々採用することができる。

(標準の端部捻り工程)

上記のようにスロットに挿通されたセグメント 3 3 の端部の捻り成形工程を以下に説明する。

## 【 0 0 7 2 】

この実施例では、大セグメント 3 3 1 の最外層スロット導体部 3 3 1 b に連なる端部 3 3 1 g (外層側端部ともいう) は周方向一方側に捻られ、大セグメント 3 3 1 の最内層スロット導体部 3 3 1 a に連なる端部 3 3 1 f (内層側端部ともいう) は周方向他方側に捻られている。小セグメント 3 3 2 の中内層のスロット導体部 3 3 2 a に連なる端部 3 3 2 f (内層側端部ともいう) は周方向一方側に捻られ、小セグメント 3 3 2 の中外層のスロット導体部 3 3 2 b に連なる端部 3 3 2 g (外層側端部ともいう) は周方向他方側に捻られている。導体部 3 3 1 f と 3 3 2 f との周方向捻り量の合計は 1 磁極ピッチとされ、導体部 3 3 1 g と 3 3 2 g との周方向捻り量の合計は 1 磁極ピッチとされている。

## 【 0 0 7 3 】

上記した大セグメント 3 3 1 および小セグメント 3 3 2 からなるセグメントセットの捻り加工を図 7、図 8 を参照して更に詳しく説明する。図 7 はステータコイル捻り装置 5 0 0 の模式縦断面図、図 8 は図 7 における A - A 断面矢視図である。

## 【 0 0 7 4 】

まず、ステータコイル捻り装置 5 0 0 の構成を説明する。

## 【 0 0 7 5 】

ステータコイル捻り装置 5 0 0 は、ステータコア 1 の外周部を受けるワーク受け 5 1、ステータコア 3 2 の径方向の動きを規制して保持するクランパ 5 2、ステータコア 3 2 の浮き上がりを防止するワーク押さえ 5 3、ステータコア 3 2 の一端から出たセグメント 3 3 の飛び出し脚部を捻るための捻り整形部 5 4、捻り



整形部 5 4 を軸方向に駆動するための昇降用シャフト 5 4 a、捻り整形部 5 4 を周方向に回転駆動する回転駆動機構 5 4 1 a ～ 5 4 4 a、昇降用シャフト 5 4 a を軸方向に移動するための昇降駆動機構 5 4 b、及び、回転駆動機構 5 4 1 a ～ 5 4 4 a と昇降駆動機構 5 4 b とを制御するコントローラ 5 5 を備えている。

## 【 0 0 7 6 】

捻り整形部 5 4 は、同心状に配置された 4 つの円筒状の捻り治具 5 4 1 ～ 5 4 4 がそれらの先端面を揃えて配置されている。各捻り治具 5 4 1 ～ 5 4 4 は回転駆動機構 5 4 1 a ～ 5 4 4 a により独立に回転可能とされ、かつ、昇降駆動機構 5 4 b により昇降用シャフト 5 4 a を昇降することにより同時に昇降可能となっている。

## 【 0 0 7 7 】

図 8 に示されているように、捻り治具 5 4 1 ～ 5 4 4 の先端面には、挿入されたセグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g の各先端（接合部）を保持するセグメント挿入部 5 4 1 b ～ 5 4 4 b が穿設されている。このセグメント挿入部 5 4 1 b ～ 5 4 4 b は、ステータコア 1 のスロット 3 5 の総数に等しい数だけ各捻り治具 5 4 1 ～ 5 4 4 の周方向に並べて形成されている。

## 【 0 0 7 8 】

セグメント挿入部 5 4 1 b ～ 5 4 4 b は、図 8 に示すように、互いに径方向に隣接するセグメント挿入部 5 4 1 b ～ 5 4 4 b 同士の連通を防止するための隔壁 5 4 1 c ～ 5 4 4 c、5 4 2 d、5 4 3 d が設けられている。隔壁 5 4 1 c ～ 5 4 4 c、5 4 2 d、5 4 3 d の厚みは、径方向外側から数えて 1 層目と 2 層目との間の隔壁 5 4 1 c、5 4 2 c で形成される間隔 d 1 及び 3 層目と 4 層目の間の隔壁 5 4 3 c、5 4 4 c で形成される間隔 d 3 よりも、2 層目と 3 層目との間の隔壁 5 4 2 d、5 4 3 d で形成される間隔 d 2 の方が大きくなるように設定されている。

## 【 0 0 7 9 】

次に、ステータコイル捻り装置 5 0 0 の作動を説明する。

## 【 0 0 8 0 】

スロット 3 5 内にセグメント 3 3 が配置されたステータコア 3 2 をワーク受け

5 1 にセットする。次に、ステータコア 3 2 の外周部をクランパ 5 2 に固定する。その後、ワーク押さえ 5 3 でステータコア 3 2 の上部及び大セグメント 3 3 1 の頭部 3 3 1 c を押さえることにより、ステータコア 3 2 及びセグメント 3 3 の上下方向の動きを規制する。

## 【 0 0 8 1 】

セグメント 3 3 が配置されたステータコア 3 2 をクランパ 5 2 及びワーク受け 5 3 により固定した後、昇降用シャフト 5 4 a によって捻り整形部 5 4 を上昇させ、各捻り治具 5 4 1 ～ 5 4 4 に形成されたセグメント挿入部 5 4 1 b ～ 5 4 4 b にセグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g を挿入する。

## 【 0 0 8 2 】

セグメント挿入部 5 4 1 b ～ 5 4 4 b にはセグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g の先端すなわち後に接合部となる部分だけが挿入可能となっている。セグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g はテーパ状に形成されているため、セグメント挿入部 5 4 1 b ～ 5 4 4 b にスムーズに挿入されることができる。

## 【 0 0 8 3 】

セグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g を捻り整形部 5 4 のセグメント挿入部 5 4 1 b ～ 5 4 4 b に挿入した後、捻り整形部 5 4 は、回転駆動機構 5 4 1 a ～ 5 4 4 a および昇降駆動機構 5 4 b により回動され、昇降される。

## 【 0 0 8 4 】

次に、捻り整形部 5 4 の回転について説明する。

## 【 0 0 8 5 】

捻り治具 5 4 1 および治具 5 4 3 を時計回り方向に第一の角度だけ回転させ、捻り治具 5 4 2 および捻り治具 5 4 4 を反時計回り方向に第二の角度だけ回転させる。この時、第一の角度と第二の角度の大きさは等しくなくてもよく、両者の合計が必要なスロットピッチとなればよい。

## 【 0 0 8 6 】

その後、セグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g のうちスロット 3 5 の出口からセグメント挿入部 5 4 1 b ～ 5 4 4 b の入口までの部分の長さを一定に保つように、昇降駆動機構 5 4 b および回転駆動機構 5 4 1 a ～ 5 4 4 a を制御しながら捻り整形部 5 4 を回転しながら上昇させる。この時、セグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g は円弧状の軌跡を描くように回転しながら上昇することが好ましい。この円弧状の軌跡を描く捻りは、スプリングバックによるセグメント 3 3 の変形を防止するため、半磁極ピッチ ( $T/2$ ) に相当する角度を所定量超えた角度まで行われることが好ましい。

## 【 0 0 8 7 】

その後、昇降駆動機構 5 4 b および回転駆動機構 5 4 1 a ～ 5 4 4 a を上記前工程と逆向きの回転させ、下降させる。このようにして、セグメント 3 3 の捻り行程を終了し、捻り整形部 5 4 を下降させて捻り治具 5 4 1 ～ 5 4 4 のセグメント挿入部 5 4 1 b ～ 5 4 4 b からセグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g を取り外す。セグメント 3 3 が外された捻り整形部 5 4 は回転駆動機構 5 4 1 a ～ 5 4 4 a によって回転され、原位置に戻される。最後に、クランプ 5 2 及びワーク押さえ 5 3 が外され、セグメント 3 3 に捻りが加えられたステータが取り出される。

## 【 0 0 8 8 】

結局、この捻り工程は、まずセグメント 3 3 の端部を周方向にのみ回転変位させてセグメント 3 3 を周方向に倒し、続いてセグメント 3 3 の端部を周方向並びに軸方向に変位させてセグメント 3 3 を深く傾け、その後、所定の加工量を超えてセグメント 3 3 の端部を周方向ならびに軸方向に変位させてセグメント 3 3 を過剰に深く傾け、その後でセグメント 3 3 の端部を所定の加工量まで戻すことにより行われる。

## 【 0 0 8 9 】

捻り整形部 5 4 はステータコア 3 2 に対して周方向だけでなく軸方向にも相対移動する。そのため、セグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g のうち、スロット 3 5 の出口からセグメント挿入部 5 4 1 b ～ 5 4 4 b の

入口までの部分、すなわち、端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g からその端部先端（接合部）3 3 1 d、3 3 1 e、3 3 2 d、3 3 2 e の長さを差し引いた長さを一定に保つように、セグメント 3 3 の端部 3 3 1 f、3 3 1 g、3 3 2 f、3 3 2 g が円弧状の軌跡を描くように捻じることができ、これにより、セグメント 3 3 がセグメント挿入部 5 4 1 b ～ 5 4 4 b から抜け出るのを防止することができる。

#### 【0090】

また、セグメント 3 3 の端部先端（接合部）3 3 1 d、3 3 1 e、3 3 2 d、3 3 2 e のみが、セグメント挿入部 5 4 1 b ～ 5 4 4 b に挿入されており、また、前述と同様にセグメント 3 3 がセグメント挿入部 5 4 1 b ～ 5 4 4 b から抜け出ることはない。

（標準の溶接工程）

次に行う標準の溶接工程を以下に説明する。この工程は本質的に従来と同じである。

#### 【0091】

上記セグメントの端部の捻りの後、図 1、図 2 に示すように、径方向内側から 1 層目と 2 層目の端部先端部（接合部）が溶接され、径方向内側から 3 層目と 4 層目の端部先端部（接合部）が溶接されて、ステータコイル 3 1 が完成される。溶接には、アーク溶接が用いられる。

（この実施例の特徴をなす松葉状セグメントの説明）

次に、この実施例の特徴をなす未展開セグメントセット 1 0 0 0 の形状について以下に説明する。図 1 0 は、未展開セグメントセット 1 0 0 0 の側面図である。

#### 【0092】

未展開セグメントセット 1 0 0 0 は、未展開の大回りセグメント（大回り松葉状セグメント）1 1 0 0 と、未展開の小回りセグメント（小回り松葉状セグメント）1 2 0 0 とからなり、大回りセグメント 1 1 0 0 は小回りセグメント 1 2 0 0 を囲んでいる。

#### 【0093】

大回りセグメント 1 1 0 0 は、湾曲した頭部 1 1 0 1 と、直線状の脚部とからなり、この脚部は、頭部斜行部用直線部 1 1 0 2 と、スロット導体部 1 1 0 3 と、端部斜行部用直線部 1 1 0 4 と、端部先端部用直線部 1 1 0 5 とからなる。頭部斜行部用直線部 1 1 0 2 は展開（捻り）後に頭部斜行部となる部分であり、端部斜行部用直線部 1 1 0 4 は展開（捻り）後に端部斜行部となる部分であり、端部先端部用直線部 1 1 0 5 は展開（捻り）後に端部先端部となる部分である。頭部 1 1 0 1 と頭部斜行部用直線部 1 1 0 2 とは、完成後に頭部側コイルエンド 3 1 1 を構成し、端部斜行部用直線部 1 1 0 4 と端部先端部用直線部 1 1 0 5 とは、完成後に端部側コイルエンド 3 1 2 を構成する。

## 【 0 0 9 4 】

小回りセグメント 1 1 0 0 は、湾曲した頭部 1 2 0 1 と、直線状の脚部とからなり、この脚部は、頭部斜行部用直線部 1 2 0 2 と、スロット導体部 1 2 0 3 と、端部斜行部用直線部 1 2 0 4 と、端部先端部用直線部 1 2 0 5 とからなる。頭部斜行部用直線部 1 2 0 2 は展開（捻り）後に頭部斜行部となる部分であり、端部斜行部用直線部 1 2 0 4 は展開（捻り）後に端部斜行部となる部分であり、端部先端部用直線部 1 2 0 5 は展開（捻り）後に端部先端部となる部分である。頭部 1 2 0 1 と頭部斜行部用直線部 1 2 0 2 とは、完成後に頭部側コイルエンド 3 1 1 を構成し、端部斜行部用直線部 1 2 0 4 と端部先端部用直線部 1 2 0 5 とは、完成後に端部側コイルエンド 3 1 2 を構成する。端部先端部用直線部 1 1 0 5 、 1 2 0 5 は、絶縁皮膜を剥離されて互いに溶接される。

## 【 0 0 9 5 】

この実施態様では、大回りセグメント 1 1 0 0 の端部斜行部用直線部 1 1 0 4 に端部先端部用直線部 1 1 0 5 に近接して、小回りセグメント 1 2 0 0 の端部斜行部用直線部 1 2 0 4 から離れる向きに屈曲して曲部 1 5 0 0 を形成することにより両直線部 1 1 0 4 、 1 2 0 4 の間に凹部（隙間） $d$  が形成した点をその特徴としている。隙間  $d$  の軸方向幅は、展開後に互いに斜めに交差しつつ隣接する端部斜行部用直線部 1 1 0 4 と端部先端部用直線部 1 1 0 5 との交差部分を含む幅に設定されている。

## 【 0 0 9 6 】

このように形成すれば、端部先端部用直線部 1 1 0 5、1 2 0 5 を溶接する際に、この溶接熱により端部斜行部用直線部 1 1 0 4、1 2 0 5 が上記交差部にて接触、溶融変形して、これら端部斜行部用直線部 1 1 0 4、1 2 0 5 間の電気絶縁が低下するのを防止することができる。

## 【 0 0 9 7 】

なお、この実施態様では、凹部（隙間）d が、端部斜行部用直線部 1 1 0 4 と隣接して交差するすべての端部斜行部用直線部 1 2 0 4 に面して形成されるが、その代わりに溶接熱の影響が甚大な端部先端部用直線部 1 1 0 5、1 2 0 5 近傍においてのみ形成してもよい。1 3 0 0、1 4 0 0 は端部斜行部用直線部 1 1 0 4 の屈曲部である。

## 【 0 0 9 8 】

このセグメントセット 1 0 0 0 を頭部斜行部 1 1 0 2、1 2 0 2 の展開後にステータコア 1 のスロット 3 5 に挿入する場合、少なくとも径方向最も外側又は径方向最も内側のセグメントセット 3 3 は、他のセグメントセット 3 3 を挿入した後で挿入することが、この端部斜行部用直線部 1 1 0 4 の屈曲が引っ掛かるのを防止できる点、及び、スロット 3 5 の径方向深さの増大も抑制することができる点で好適である。

## 【 0 0 9 9 】

（変形態様）

変形態様を図 1 1 に示す。

## 【 0 1 0 0 】

この変形態様は、展開前の小回りセグメント 1 2 0 0 の端部斜行部用直線部 1 2 0 4 も大回りセグメント 1 1 0 0 から遠ざかる向きに曲げて曲部 1 6 0 0 も形成したものであり、このようにすれば、大回りセグメント 1 1 0 0、小回りセグメント 1 2 0 0 の曲げ量をそれぞれ半分とすることができ、屈曲部 1 3 0 0、1 4 0 0 にて絶縁皮膜に掛かるストレスを軽減することができる。

## 【 0 1 0 1 】

（変形態様）

変形態様を図 1 2 に示す。

## 【 0 1 0 2 】

この変形態様は、図 1 0 とは逆に展開前の小回りセグメント 1 2 0 0 の端部斜行部用直線部 1 2 0 4 だけを大回りセグメント 1 1 0 0 から遠ざかる向き曲げて曲部 1 6 0 0 だけ形成したものであり、図 1 0 の場合と同様の効果を実現することができる。

## 【 0 1 0 3 】

(変形態様)

変形態様を説明する。

## 【 0 1 0 4 】

この変形態様は、図 1 0 において、端部先端部用直線部 1 1 0 5 に隣接する屈曲部 1 3 0 0 だけを残し、屈曲部 1 4 0 0 を省略したものである。最も重要なのは、端部先端部用直線部 1 1 0 5 近傍における絶縁皮膜の過熱軟化であり、端部先端部用直線部 1 1 0 5 から離れると絶縁皮膜に対する影響が小さくなるので、屈曲部 1 4 0 0 を省略しても上記効果を奏することができる。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】 実施例 1 の車両用走行モータの縦断面図である。

【図 2】 図 1 のセグメントの模式斜視図である。

【図 3】 図 1 のステータコアの径方向部分断面図である。

【図 4】 セグメントセットをスロットに挿通する直前の状態を示す模式斜視図である。

【図 5】 セグメントの頭部捻り装置のリングに挿通する状態を示す模式断面図である。

【図 6】 頭部捻り装置の模式縦断面図である。

【図 7】 端部捻り装置の模式縦断面図である。

【図 8】 端部捻り装置のリングの平面図である。

【図 9】 ステータコイルの U 相結線図である。

【図 1 0】 好適な実施態様における未展開セグメントセットを示す側面図である。

【図 1 1】 変形態様における好適な実施態様における未展開セグメントセッ

トを示す側面図である。

【図 1 2】 好適な実施態様における未展開セグメントセットを示す側面図である。

【図 1 3】 従来の凹部付きセグメントセットを示す側面図である。

【図 1 4】 従来のセグメントセットの頭部側コイルエンドを示す径方向模式断面図である。

【符号の説明】

1     ステータコア

3     ステータコイル

3 3    セグメント（セグメントセット）

3 3 1   大セグメント（大回りセグメント）

3 3 1 a、3 3 1 b   大セグメント 3 3 1 のスロット導体部

3 3 1 c               大セグメント 3 3 1 の頭部

3 3 1 f、3 3 1 g   大セグメント 3 3 1 の飛び出し端部（端部斜行部）

3 3 1 d、3 3 1 e   大セグメント 3 3 1 の端部先端部

3 3 2   小セグメント（小回りセグメント）

3 3 2 a、3 3 2 b   小回りセグメント 3 3 2 のスロット導体部

3 3 2 c               小回りセグメント 3 3 2 の頭部

3 3 2 f、3 3 2 g   小回りセグメント 3 3 2 の飛び出し端部

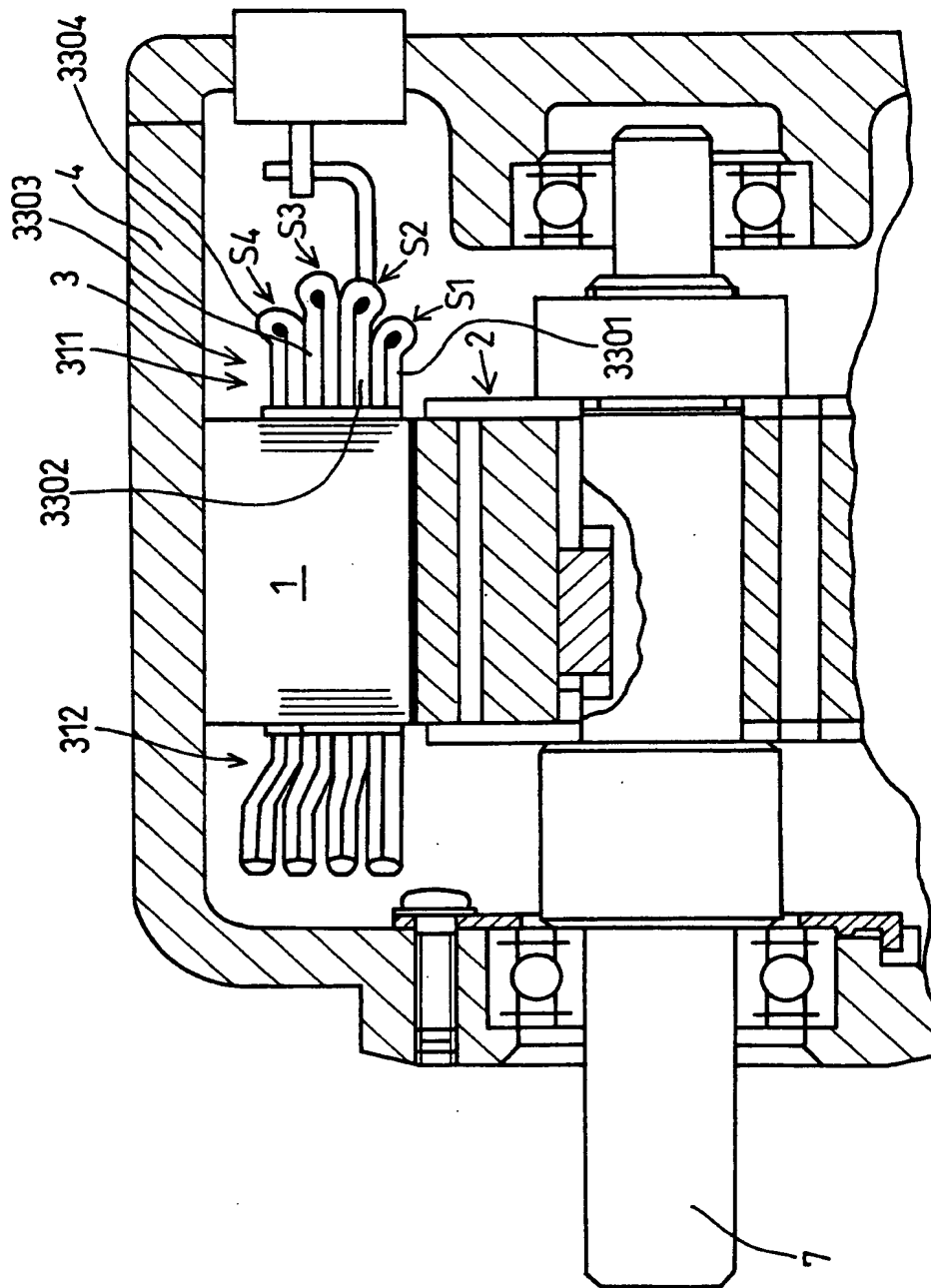
3 3 2 d、3 3 2 e   小回りセグメント 3 3 2 の端部先端部

3 5    スロット

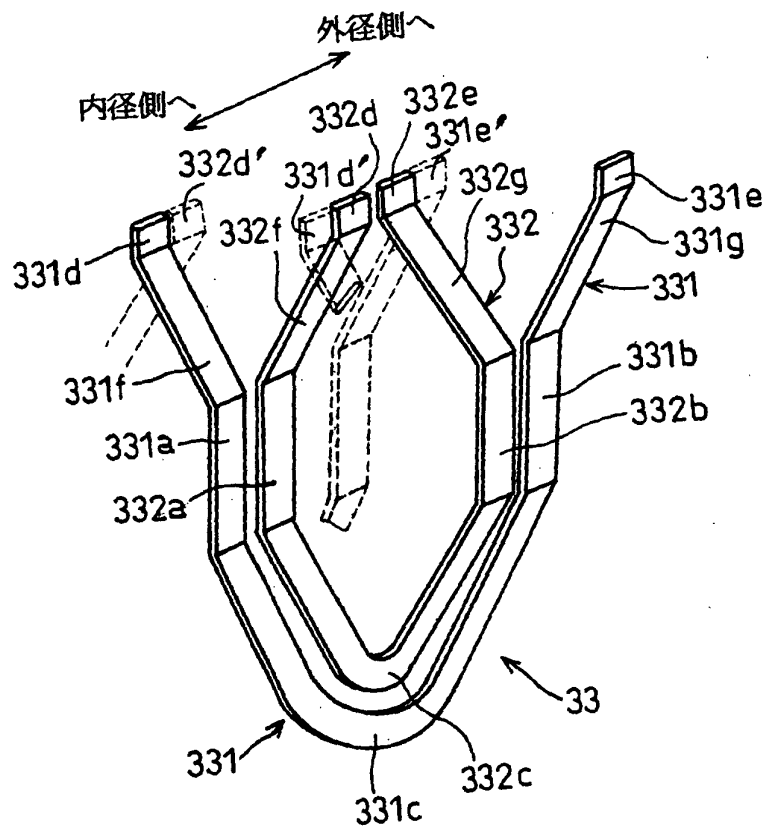


【書類名】 図面

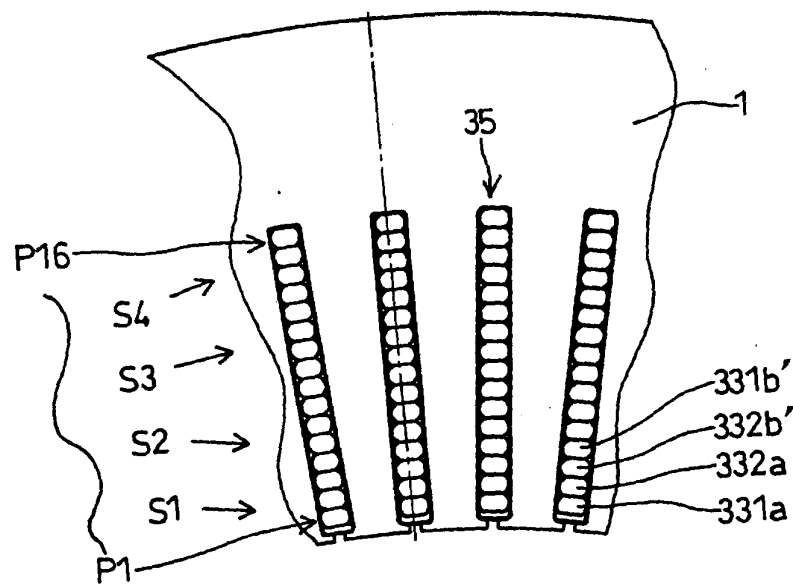
【図 1】



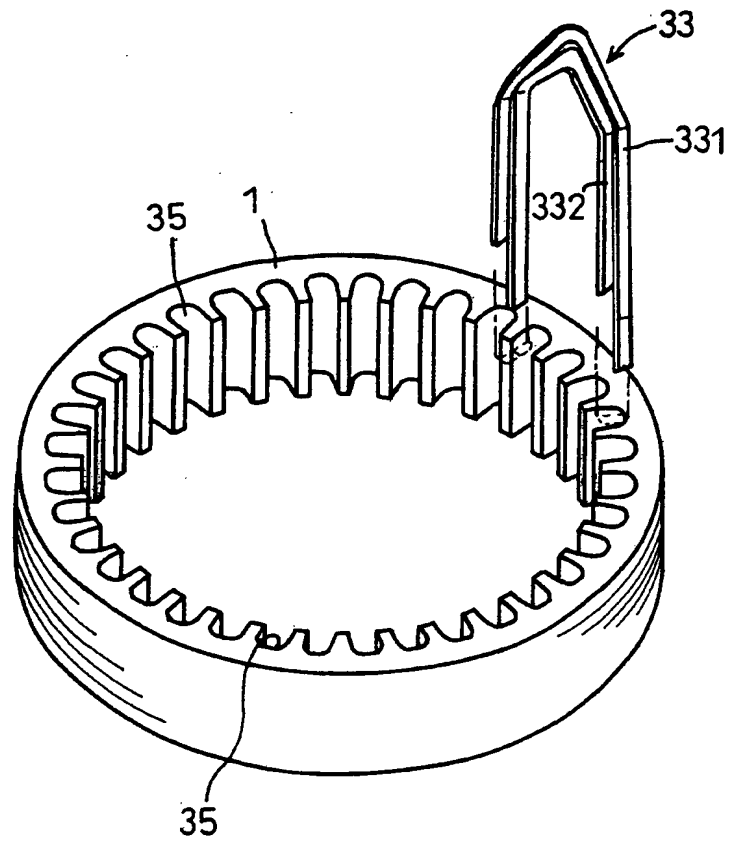
【図2】



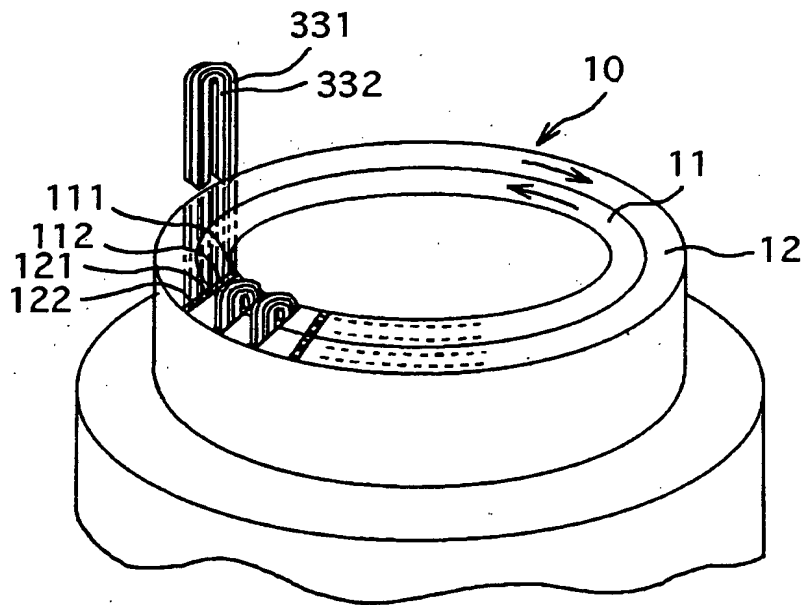
【図3】



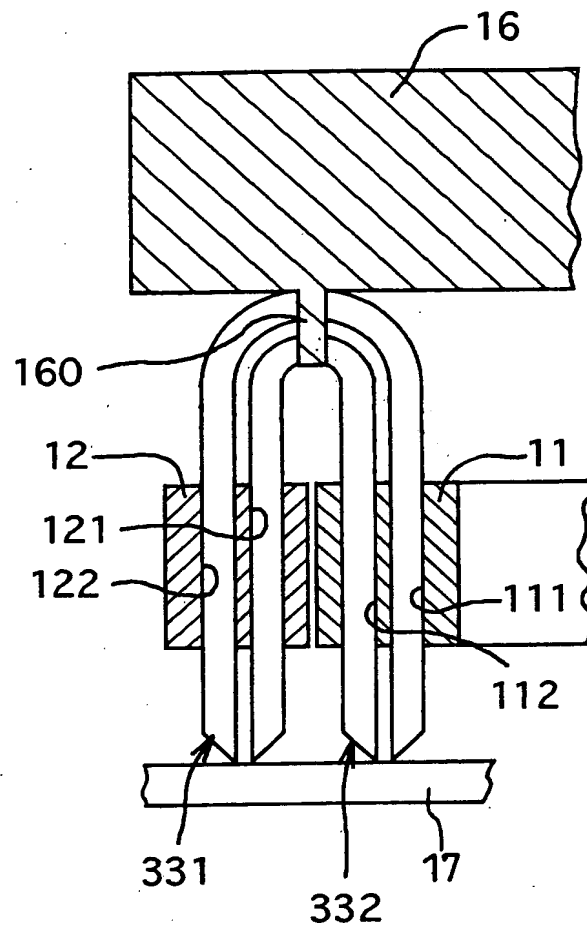
【図 4】



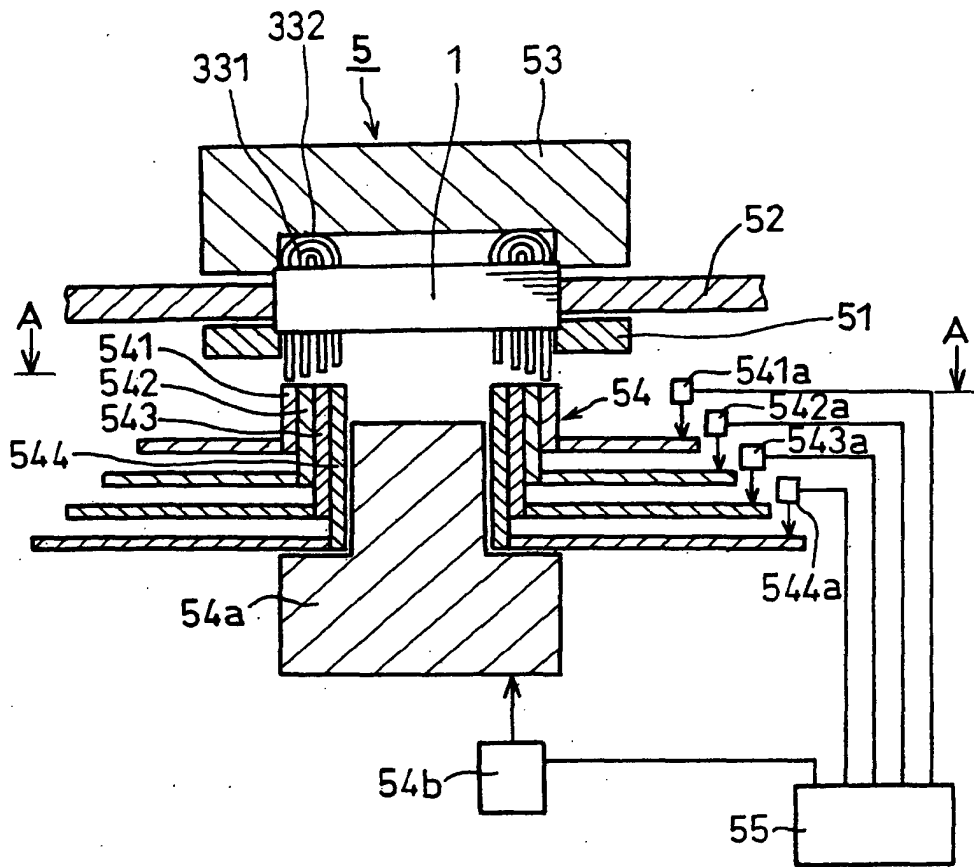
【図 5】



【図 6】

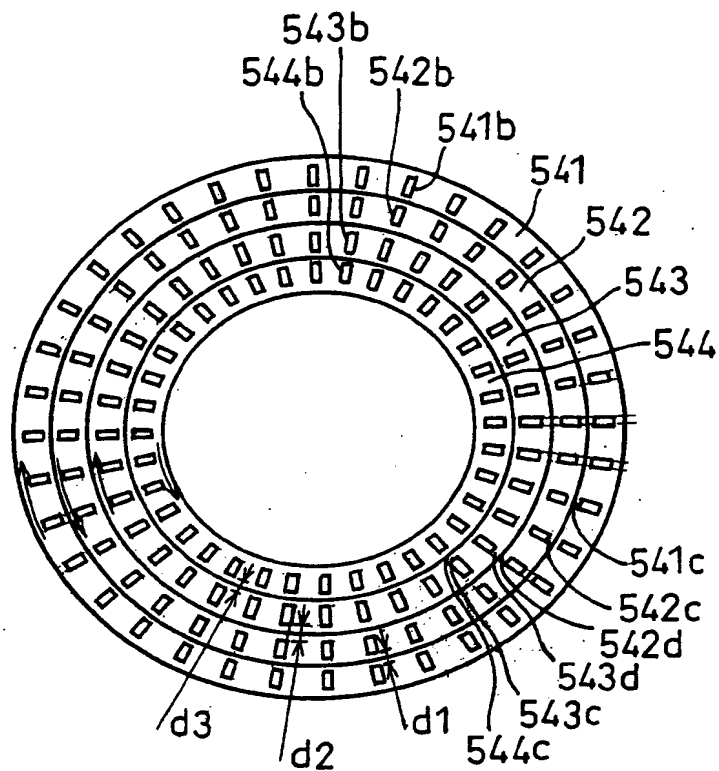


【図 7】

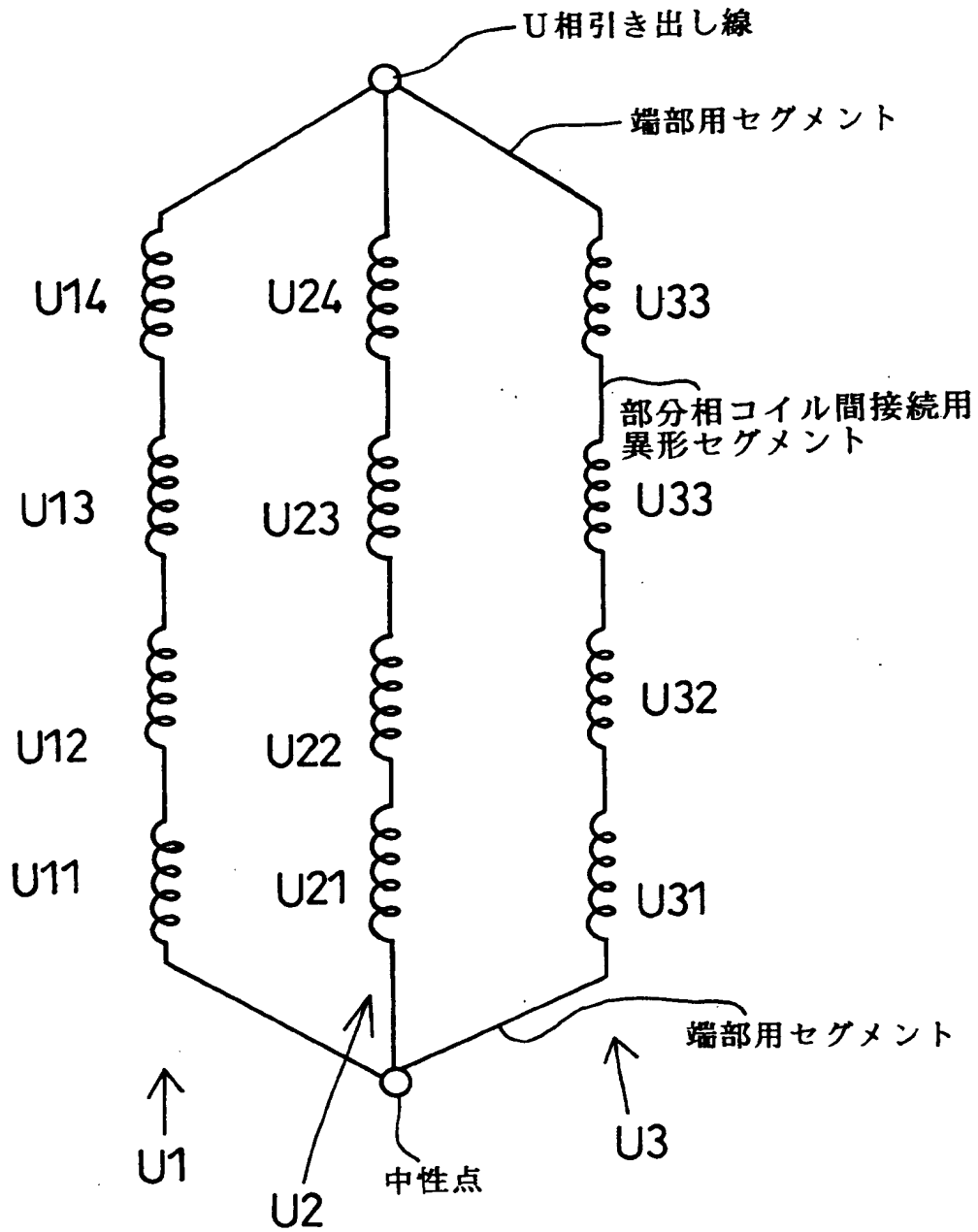


- |               |                  |
|---------------|------------------|
| 1:ステータコア      | 541～544:捻り治具     |
| 5:ステータコイル捻り装置 | 541a～544a:回転駆動機構 |
| 51:ワーク受け      | 54a:昇降用シャフト      |
| 52:クランプ       | 54a:昇降駆動機構       |
| 53:ワーク押さえ     | 55:コントローラ        |
| 54:捻り整形部      |                  |

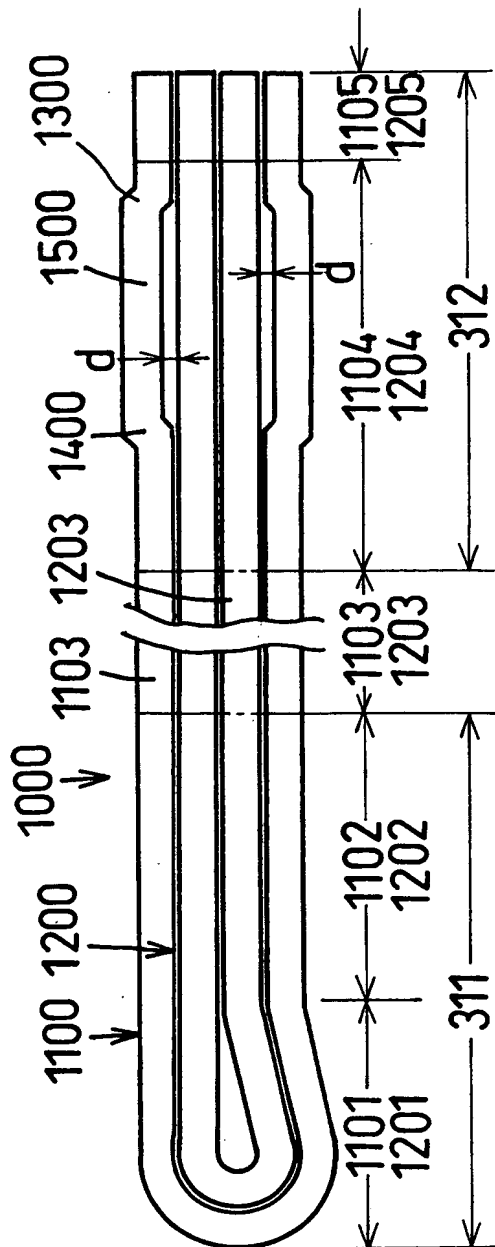
【図 8】



【図 9】

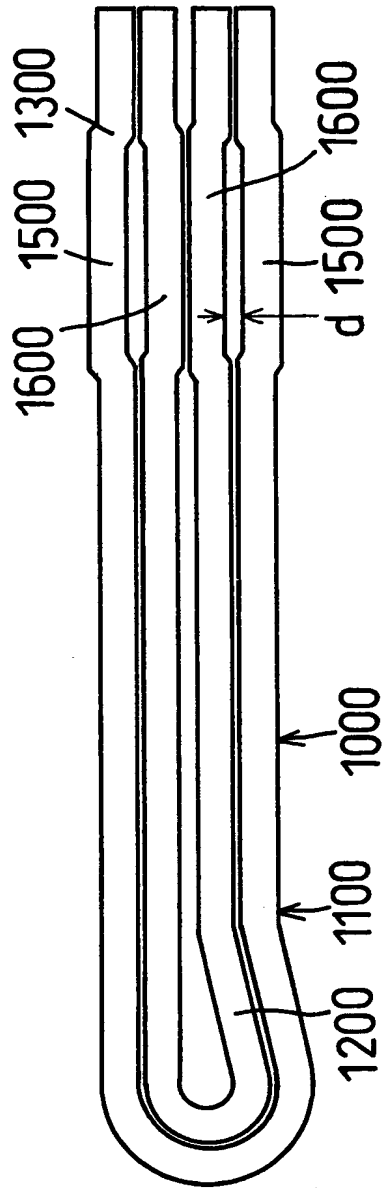


【図 10】

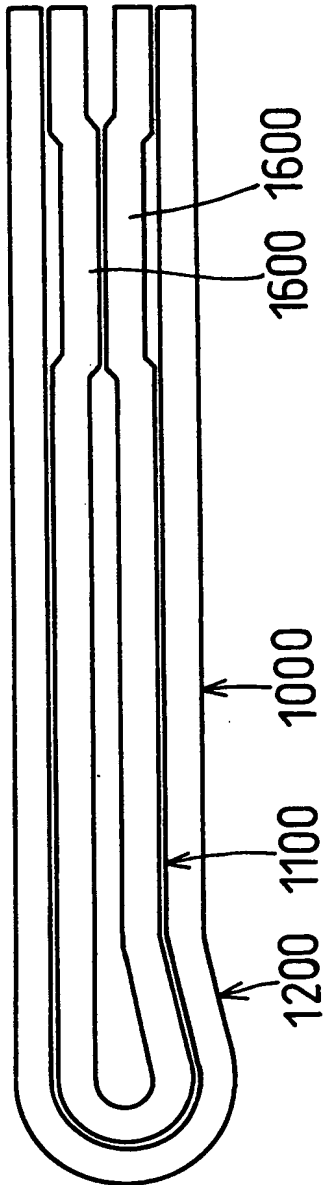




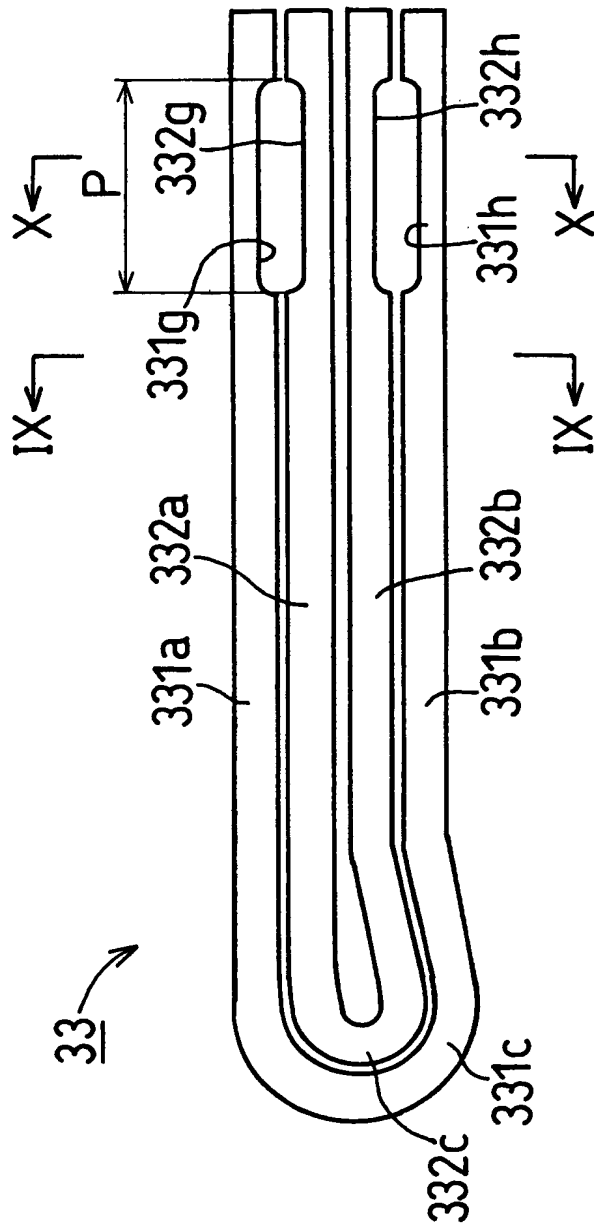
【図 1 1】



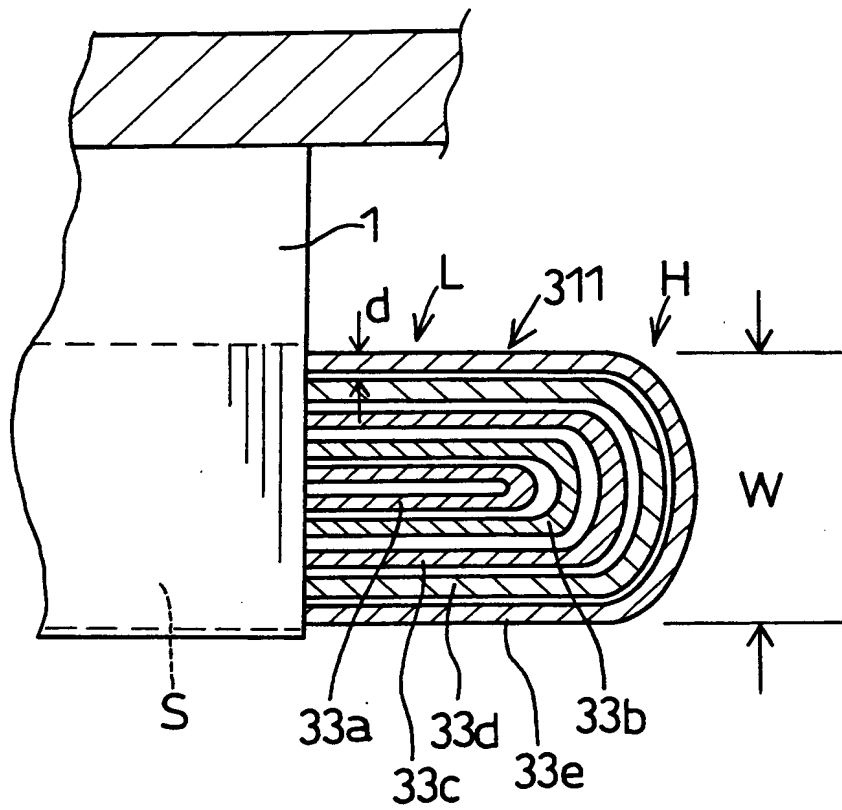
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 14】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】絶縁皮膜に掛かるストレスの増大によるセグメントの電気絶縁性を抑止しつつ、端部斜行部間の電気絶縁性を確保すること。

【解決手段】セグメントセット 3 3 の端部先端部 1 1 0 5、1 2 0 5 近傍に位置して、大回りセグメント 1 1 0 0 又は小回りセグメント 1 2 0 0 の端部斜行部 1 1 0 4 又は 1 2 0 4 に互いの間に径方向隙間  $d$  を形成する曲部 1 5 0 0 を形成する。

【選択図】図 1 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 4 2 6 0 ]

1. 変更年月日	1 9 9 6 年 1 0 月 8 日
[変更理由]	名称変更
住 所	愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
氏 名	株式会社デンソー